

Оценка гомеостатичности и экологической пластичности сортов озимого ячменя, возделываемых на Ставрополье

*Н.И. Соколенко, к.б.н., Н.М. Комаров, к.б.н.,
ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ*

В Ставропольском крае в структуре посевных площадей озимый ячмень занимает до 133 тыс. га. Его возделывают как продовольственную, техническую и кормовую культуру. В списке сортов, рекомендуемых к использованию в производстве в годы исследования (2014–2018 гг.), насчитывалось от 9 до 12 сортов озимого ячменя, в том числе ставропольской селекции – Андрюша, Державный, Достойный, Кузен, Путник, Прикумский 85, Эспада и краснодарской селекции – Добрыня 3, Кондрат, Михайло, Платон, Хуторок [1]. Наибольшие площади в крае в 2014–2018 гг. занимали такие сорта как Достойный, Хуторок, Кондрат и Эспада. Урожайность этих сортов по данным Госсорсетей в среднем за пять лет составила 3,83; 4,44; 4,98 и 4,64 т/га соответственно при средней урожайности всех возделываемых сортов в крае 4,38 т/га и её колебаниями по годам от 4,11 до 4,73 т/га. Таким образом, резервом увеличения сбора зерна озимого ячменя в крае является не только внедрение в производство новых более урожайных сортов, но и стабилизация их урожайности по годам. Эта проблема может решаться за счёт создания и возделывания более адаптивных сортов к меняющимся факторам окружающей среды. В связи с адаптивной селекцией важная роль отводится поиску исходного материала. Поэтому целью нашего исследования стала оценка новых и возделываемых в крае сортов озимого ячменя и выявление среди них генотипов с высокой гомеостатичностью и экологической пластичностью для дальнейшего включения в селекционный процесс.

Материал и методы исследования. Исследование проводили на экспериментальном поле лаборатории отдалённой гибридизации ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ в 2014–2018 гг.

Материалом исследования послужили 10 сор-тов ячменя: Андрюша, Державный, Достойный, Кузен, Путник, Прикумский 85, Эспада, Кондрат, Платон, Хуторок, включённые в Госреестр селекционных достижений РФ, и 2 новых сорта оригинальной селекции – Валерий и Шторм.

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднесуглинистый. Характеризуется следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: содержание гумуса – 4,3–4,5% (ГОСТ 26213-91), общего азота – 0,22% (ГОСТ 26107-84), подвижного фосфора – 19–22 мг/кг, обменного калия – 200–220 мг/кг (ГОСТ 26205-91); реакция среды – слабощелочная, рН = 7,2–7,3 (ГОСТ 27753.3-88); сумма

обменных оснований – 35,2 мг-экв/100 г почвы (ГОСТ 27821-88).

Климат зоны умеренно-континентальный, лето жаркое и сухое. Годовая сумма эффективных температур по многолетним данным составляет 3177,2°C, среднегодовое количество осадков – 559,6 мм, ГТК – 1,06.

Метеорологические условия в годы проведения исследования были контрастными [2]. Основным лимитирующим фактором для возделывания зерновых колосовых является влагообеспеченность [3]. Период посев – всходы в течение четырёх лет из пяти (2013–2016 гг.) как и по многолетним данным (ГТК=0,52) являлся засушливым. Это сказалось на сроках появления всходов. Осенью 2017 г. этот период отличался избыточной влажностью (ГТК=1,95).

По многолетним данным период весенне-летней вегетации (апрель – июнь) считается избыточно влажным (ГТК=1,41). Однако в 2018 г. он был крайне засушливым (ГТК=0,41), в 2014–2017 гг. характеризовался достаточной влагообеспеченностью до переувлажнения (ГТК=1,24–2,28). Очень засушливым в 2015–2018 гг. был апрель (ГТК=0,06–0,63), по многолетним данным он считался умеренно влажным (ГТК=1,16).

Среднемесячная температура вегетационного периода в 2014–2016 гг. и в 2018 г. была выше среднемесячных показателей соответственно на 0,66; 0,42, 1,78 и 1,77°C, в 2017 г. – на 0,38°C ниже. Крайне неблагоприятными по температурному режиму оказались условия осени 2016 г. в связи с ранним наступлением отрицательных температур (вторая декада ноября), что приостановило вегетацию растений, находившихся на стадии 2–3 листьев. На фоне ранней весенней вегетации в 2017 г. (1–2 марта), благоприятного водного режима и температуры воздуха к концу марта практически все растения были раскустившимися. В 2014 г. отмечены поздневесенние заморозки, отрицательно сказавшиеся на развитии растений ячменя и в целом на урожайности.

Оценку сортов проводили в коллекционном питомнике по методике ВИР [4]. Посев проводили ручной сеялкой РС-1, используя диск «сплошной посев», по чистому пару в одной повторности с расположением стандартов через 10 номеров. Площадь делянки 1 м². В качестве стандарта использовали общепринятый в государственном сортоиспытании в Ставропольском крае для признака урожайность сорт ячменя Хуторок. Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову [5], используя надстройку AgCStat для Excel. Показатели гомеостатичности (Hom) рассчитывали по

В.В. Хангильдину [6], экологической пластичности (b_i) – по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [7] в изложении В.З. Пакудина [8].

Результаты исследования. Средняя урожайность сортов ячменя в годы исследования составляла 869 г/м² и варьировала по сортам от 732 (Достойный) до 1084 г/м² (Шторм). Наибольшая средняя урожайность зерна по опыту получена в благоприятные по погодным условиям 2015 и 2018 гг. и составляла соответственно по годам 1004 и 1048 г/м² с колебаниями от 880 (Платон) до 1160 г/м² (Шторм) и от 690 (Эспада) до 1360 г/м² (Шторм) (табл. 1). Наименьшая средняя урожайность – 632 г/м² получена в 2017 г., диапазон варьирования по сортам составлял от 330 (Прикумский 85, Эспада) до 820 г/м² (Шторм). Снижение урожайности у сортов объясняется неблагоприятными условиями температурного режима в течение осени и зимы 2016/2017 сельскохозяйственного года. По средней урожайности зерна лидировали новые сорта Шторм (1084 г/м²) и Валерий (1040 г/м²) селекции ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ и сорт Андрюша (1044 г/м²) ставропольской селекции.

Варьирование урожайности сортов по годам связано с нестабильностью условий, в которых происходит формирование зерна. Расчёт индексов условий среды показал, что только три года из пяти лет изучения (2015, 2016 и 2018 гг.) были благоприятными для формирования урожая зерна, и индексы условий среды имели положительные величины – 135, 36 и 179 соответственно по годам. В неблагоприятные годы (2014, 2017 гг.) индексы условий среды имели отрицательные значения -137 и -237.

Самая сильная изменчивость урожайности отмечена у сортов Державный (40,1%), Прикумский 85 (40,3%) и Эспада (40,1%) (табл. 2). Такие сорта как Андрюша (16,4%), Кондрат (17,8%), Кузен (17,0%), Платон (18,0%) и стандарт сорт Хуторок (16,6%) отличались средней изменчивостью уро-

жайности. Коэффициент вариации урожайности у новых сортов Валерий и Шторм составлял соответственно 22,0 и 20,4%.

Вариабельность урожайности сортов имеет тесную отрицательную корреляцию ($r = -0,96$) с гомеостатичностью. Таким образом, чем ниже вариабельность признака, тем выше гомеостатичность, т.е. способность генотипа противостоять воздействию неблагоприятных факторов среды. Показатель гомеостатичности колебался по сортам от 2,33 (Эспада) до 14,4 (Андрюша, стандарт Хуторок). Кроме сорта Андрюша и стандарта Хуторок, высокой величиной этого показателя отличались сорта Кондрат – 13,3, Кузен – 14,0, Платон – 11,9, Путник – 7,94, Валерий – 8,42 и Шторм – 9,86.

О пластичности сортов можно судить по величине коэффициента линейной регрессии (b_i) [7, 8], который варьировал от 0,54 (Кузен) до 1,74 (Державный) (табл. 3).

Сорта, коэффициент пластичности у которых выше единицы ($b_i > 1$), дают высокие урожаи только при оптимальных условиях [8]. В неблагоприятные по погодным условиям годы или на экстенсивном фоне они резко снижают урожайность. Это сорта интенсивные. В нашем исследовании к таким сортам можно отнести Державный и Шторм, у которых показатель регрессии составлял 1,74 и 1,21 соответственно.

Полное соответствие уровня урожайности изменению условий среды отмечалось у сорта Эспада ($b_i = 1,00$). Коэффициент регрессии b_i , достоверно близкий к единице, был получен у сортов: Достойный (1,18), Прикумский 85 (1,13), Путник (1,02), Кондрат (0,98) и у стандарта Хуторок (0,81). Эти сорта относятся к сортам с высокой экологической пластичностью.

Сорта, у которых коэффициент пластичности значительно ниже единицы ($b_i < 1$), слабо отзывчивы на улучшение условий среды. При неблагоприятных условиях у них меньше снижаются показатели про-

1. Урожайность озимого ячменя и индекс условий среды

Сорт	Урожайность по годам, г/м ²					
	2014	2015	2016	2017	2018	***
Андрюша	940	1090	1250	810	1130	1044
Державный	680	1030	680	500	1350	848
Достойный	440	970	760	560	930	732
Кондрат	840	1080	1040	740	1150	970
Кузен	760	1030	940	680	780	838
Платон	840	880	990	640	1050	880
Прикумский 85	600	910	420	330	810	862
Путник	600	1020	900	720	1070	862
Эспада	720	1030	500	330	690	654
Валерий	1000	900	1320	760	1220	1040
Шторм	900	1160	1180	820	1360	1084
X_j^*	755	1004	905	632	1048	869
I_j^{**}	-113	135	36	-237	179	–
Хуторок, St	745	945	882	688	1035	859
S****						142

Примечание: * средняя урожайность за год; ** индекс условий среды; ***средняя урожайность i -го сорта за годы изучения; **** среднее квадратическое отклонение

2. Изменчивость урожайности озимого ячменя, параметры вариабельности, гомеостатичности и пластичности, среднее за 2014–2018 гг.

Сорт	Урожайность, г/м ²		Коэффициент вариации (C _v), %	Гомеостатичность (Ном)	Экологическая пластичность (b _i)
	max	min			
Андрюша	1250	810	16,4	14,4	0,80
Державный	1350	500	40,1	2,49	1,74
Достойный	970	440	31,4	4,40	1,18
Кондрат	1150	740	17,8	13,3	0,98
Кузен	1030	680	17,0	14,0	0,54
Платон	1050	640	18,0	11,9	0,79
Прикумский 85	910	330	40,3	2,63	1,13
Путник	1070	600	23,1	7,94	1,02
Эспада	1030	330	40,1	2,33	1,00
Валерий	1320	760	22,0	8,42	0,78
Шторм	1360	820	20,4	9,86	1,21
Хуторок, St	1040	680	16,6	14,4	0,81

3. Распределение сортов ячменя по урожайности в соответствии с коэффициентом линейной регрессии (b_i), среднее за 2014–2018 гг.

Признак	Коэффициент линейной регрессии		
	b _i < 1	b _i = 1	b _i > 1
Урожайность	Андрюша (0,80) Платон (0,79) Валерий (0,78) Кузен (0,54)	Достойный (1,18) Прикумский 85 (1,13) Путник (1,02) Эспада (1,00) Кондрат (0,98) Хуторок (0,81)	Державный (1,74) Шторм (1,21)
	t _{факт.} > t ₀₅	t _{факт.} < t ₀₅	t _{факт.} > t ₀₅

дуктивности в сравнении с сортами экологически пластичными и интенсивными. Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне. К этой группе сортов следует отнести сорта Кузен (0,54), Валерий (0,78), Платон (0,79) и Андрюша (0,80).

Отдельные сорта сочетают высокую гомеостатичность и экологическую пластичность – Кондрат (Ном = 13,3; b_i = 0,98), Путник (Ном = 7,94; b_i = 1,02) и стандарт Хуторок (Ном = 14,4; b_i = 0,81). В целом же по опыту мы получили обратно пропорциональную связь между гомеостатичностью сортов и их экологической пластичностью (r = -0,69).

Урожай зерна складывается из целого комплекса элементов продуктивности, которые в разной степени варьируют в зависимости от сорта и условий выращивания [9, 10]. Важным признаком является масса 1000 зёрен, она отражает его крупность, характеризует посевные качества семян. На проявление данного признака оказывают влияние условия внешней среды, но решающим оказывается генотипический фактор [9].

В нашем исследовании масса 1000 зёрен у сортов в среднем за пять лет составила 44,4 г и варьировала по годам от 41,2 до 47,0 г (C_v = 3,40–12,9%), у стандарта Хуторок – 45,3 г и от 41,8 до 48,2 г соответственно (C_v = 5,93%). Изменчивость рассматриваемого признака у большей части сортов была незначительной (до 10%), и только у сортов Достойный, Кондрат и Прикумский 85 – средней (12,9; 10,3 и 11,5%).

Крупное зерно массой 1000 зёрен более 45 г в среднем за пять лет формировали гомеостатичные по урожайности сорта Андрюша (48,2 г), Платон (46,1 г), Валерий (47,7 г), Шторм (48,5 г) и сорта, сочетающие гомеостатичность и экологическую пластичность – Путник (46,0 г), стандарт Хуторок (45,3 г). Наименьшие средние значения этого показателя имел высокопластичный сорт Эспада (39,4 г).

Изучение влияния массы 1000 зёрен на урожайность сортов позволило установить достоверную связь между признаками по средним многолетним показателям (r = 0,83 ± 0,18) и в отдельные годы (r₂₀₁₄ = 0,79 ± 0,19; r₂₀₁₆ = 0,85 ± 0,17).

Выводы. Средняя урожайность сортов ячменя в исследованиях составила 869 г/м². Сорта отличались средней (10–20%) или значительной изменчивостью урожайности по годам (более 20%). Между вариабельностью урожайности и гомеостатичностью, а также гомеостатичностью и экологической пластичностью существует обратно пропорциональная связь.

Высокой гомеостатичностью отличаются сорта Андрюша, Кондрат, Кузен, Платон, Путник, Валерий, Шторм и Хуторок (Ном = 7,94–14,4).

По величине коэффициента линейной регрессии сорта Державный и Шторм можно отнести к интенсивному типу (b_i > 1), Кузен, Валерий, Платон и Андрюша – к экстенсивному (b_i < 1). Экологически пластичными являются Эспада, Достойный, Прикумский 85, Путник, Кондрат и Хуторок (b_i = 1,00 или достоверно близкий к единице).

Сочетают высокую гомеостатичность по урожайности и экологическую пластичность – Кондрат ($Hom = 13,3; b_i = 0,98$), Путник ($Hom = 7,94; b_i = 1,02$) и стандарт Хуторок ($Hom = 14,4; b_i = 0,81$).

Изменчивость массы 1000 зёрен у сортов по годам незначительная или средняя ($C_v = 3,40 - 12,9\%$). Достоверно тесная связь между массой 1000 зёрен и урожайностью отмечена по средним многолетним показателям ($r = 0,83 \pm 0,18$) и в отдельные годы ($r_{2014} = 0,79 \pm 0,19; r_{2016} = 0,85 \pm 0,17$).

Литература

1. Результаты работы Госсортсети Ставропольского края за 2018 год. Рекомендации производству / В.В. Дубина, Е.А. Батагова, О.Г. Мазницына [и др.]. Ставрополь: ООО «Бюро новостей», 2018. 72 с.
2. Антонов С.А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66). С. 43–46.
3. Хрипунов А.И. Влагообеспеченность и урожайность озимой пшеницы в разных зонах Ставропольского края / А.И. Хрипунов, Н.А. Морозов, Н.А. Галушко [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. № 4. С. 21–26.
4. Лоскутов И.Г., Ковалёва О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Хангильдин В.В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур // Научно-технический бюллетень ВСГИ. 1986. № 2 (60). С. 36–41.
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. Vol. 6. No 1. P. 36–40.
8. Пакудин В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов // Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1976. С. 178–189.
9. Ковтун В.И. Селекция высокоадаптивных сортов озимой мягкой пшеницы и нетрадиционные технологии их возделывания в засушливых условиях юга России. Ростов-на Дону: ЗАО «Книга», 2002. 320 с.
10. Глуховцев В.В. Основные элементы продуктивности ячменя: селекционная ценность и корреляция // Селекция и семеноводство. 1982. № 6. С. 21–22.